

## **ОБНАРУЖИТЕЛЬ QRS-КОМПЛЕКСОВ ЗАДАННЫХ ТИПОВ В ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЕ ПАЦИЕНТА В СИСТЕМЕ, ОБУЧАЕМОЙ С УЧИТЕЛЕМ**

**Смелянец А.В.<sup>1)</sup>, Шуляк О.П.<sup>2)</sup>, Шачиков А.Д.<sup>3)</sup>**

**<sup>1)</sup> *Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», 03037 Украина, Киев, ул. Петра Радченка, 4, кв. 22, e-mail: andriy.smilianets@gmail.com***

**<sup>2)</sup> *Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», 01030 Украина, Киев, ул. Леонтовича 6А, e-mail: shulyak.alex@mail.ru***

**<sup>3)</sup> *Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», 02183 Украина, Киев, просп. Ватутина 26, e-mail: light.ash1@gmail.com***

Общая направленность работы – автоматизация обучения анализатора электрокардиограммы (ЭКГ) пациента обнаружению в ней в диагностических целях QRS-комплексов заданных типов. Обсуждается разработка соответствующих программных процедур для просмотра имеющейся записи с фиксацией положения комплексов и их типа без предварительной разметки RR-интервалов.

Рассматриваемое обучение – с учителем. Полагается, что обучающая выборка представляет собой получасовую запись ЭКГ в двенадцати стандартных отведениях, в которой RR-интервалы размечены, и имеется достоверный комментарий о всех типах [1]. Обсуждается пример обучения по записи в отведении III, содержащей комплексы N, A и V типов.

Просмотр записи выполняется последовательно от ее начала скользящим окном фиксированного размера. Шаг скольжения – один дискрет на шкале времени для выполняемых отсчетов сигнала.

Наличие комплекса заданного типов проверяется соответствующим обнаружителем на каждом таком шаге. Обнаружение основано на сопоставлении данных текущего окна, преобразованных определенным образом, с аналогичными данными при нахождении в нем эталонного образца комплексов предполагаемого типа. Для каждого типа – свой эталонный образец. При достаточной близости данных, что выражается превышением получаемым результатом сравнения наперед заданного порога, выбирается обнаружитель, отмечающий наибольшее относительное превышение своего порога. В этом случае в окне считается обнаруженным комплекс того типа, на который настроен обнаружитель.

Сопоставление текущих данных окна с эталонными данными основывается на расчете корреляционных интегралов, которые количественно выражают их близость. Используются преобразованные значения интегралов, приведенные к шкале [0;1], для которых значение

«1» имеет место полное совпадение сравниваемых числовых рядов, «0» – для случая инверсии и «0,5» – при их ортогональности [1].

Эталонный образец (вторичный эталон) – это средний вид результатов просмотра первичным эталоном всех экземпляров комплексов своего типа в обучающей выборке. Просмотр экземпляра комплекса в записи состоит в регистрации поведения корреляционного интеграла при прохождении первичного эталона над этим экземпляром –последовательно для всех положений эталона, пока они имеют хотя бы одну точку соприкосновения на шкале времени и с учетом захватываемых посторонних точек в окрестности записанных экземпляров комплексов.

При расчетах обязательна нормировка сравниваемых последовательностей отсчетов – с приведением их энергии к единичному значению. В каждой точке интегралы пересчитываются к шкале [0;1].

Используемые первичные эталоны – это результат обучения с учителем подсистемы распознавания типов комплексов по схеме с предварительной разметкой RR-интервалов [1].

Вопрос о выборе порога принятия положительного решения для обнаружителей комплексов разных типов решается отдельно. Например, для комплекса N типа составляется свое множество экземпляров отклика. Находится их средний вид (вторичный эталон). Для каждого из экземпляров вычисляется корреляционный интеграл с этим эталоном. Находится распределение значений этого интеграла на всем множестве экземпляров. Прямым подсчетом доли правильных и ошибочных решений оценивается зависимость вероятности правильного обнаружения от выбираемого порога решений. Аналогично формируются множество экземпляров откликов не N типа, включая отклики попадающих комплексов других типов, строится свой вторичный эталон, определяется зависимость вероятности правильного не обнаружения от порога. Эта зависимость (наиболее простой случай) суммируется с предыдущей и определяется общий целесообразный порог. И так – для обнаружителей комплексов каждого типа. В этом – основное содержание и технология обучения обнаружителя QRS-комплексов заданных типов.

Обсуждаются результаты и особенности применения процедур разработанного программного инструментария. Вопрос об отборе информативных признаков в формируемых образах сигналов для повышения качества обнаружения комплексов заданных типов вынесен за пределы данной работы.

### **Список литературы**

1. Шачиков А. Д. Шуляк А.П. «Отработка принципов анализа структуры циклических медико-биологических сигналов для их обнаружения, распознавания и классификации» // Вісник НТУ «КПІ». Серія приладобудування 49(1) – 2015. – с. 169–179.